

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000857

International filing date: 28 January 2005 (28.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 004 554.2

Filing date: 29 January 2004 (29.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 April 2005 (13.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP2005/000857

21.03.05



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 004 554.2

**Anmeldetag:** 29. Januar 2004

**Anmelder/Inhaber:** Pelikan Hardcopy Production AG, Egg/CH

**Bezeichnung:** Tonerpartikel sowie ein Verfahren und eine Anlage zu deren Herstellung

**IPC:** G 03 G 9/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. März 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dzierzon".

Dzierzon

Pelikan Hardcopy (International) AG  
u.Z.: Pat 919/102-04

München, den 29.01.2004  
Dr. H/MW/hg

5

Tonerpartikel sowie ein Verfahren und eine Anlage zu deren Herstellung

Die Erfindung betrifft Tonerpartikel sowie ein Verfahren und eine Anlage zu deren Herstellung. Bei diesem Verfahren werden die einzelnen Tonerpartikel so ausgebildet, dass 10 Pigmente in einer Polymer-Matrix eingebunden sind. Die Anlage ist so konzipiert, dass Tonerpartikel dieser Art hergestellt werden können.

Toner sind seit langem in verschiedenen technischen Kopierbereichen bekannt. So werden 15 sie beispielsweise bei herkömmlichen Kopierverfahren (Walzenübertragung) verwendet oder kommen bei Laserdruckern zur Anwendung. Der Toner wird als Tonerpulver bereit- gestellt, das aus kleinsten Tonerpartikeln besteht, welche üblicherweise eine Partikelgröße von 5 bis 10 µm aufweisen. Ferner sollen die Tonerpartikel gute Schmelzeigenschaften, 20 eine minimale Fixiertemperatur und einen geringen Glanz, gute mechanische Eigenschaften hinsichtlich der Pulverisierbarkeit, eine geringe Neigung zur sogenannten "Housing Stability", eine ausreichende Festigkeit auf dem Papier sowie eine gute Pigmentverträg- lichkeit aufweisen.

Die einzelnen Tonerpartikel sind im wesentlichen aus folgenden Materialien aufgebaut, 25 welche in polymeren Materialien eingebunden sind: Farbmittel, insbesondere Pigmente, Harze, Ladungssteuerungsstoffe, oberflächenwirksame Additive sowie weitere die Eigen- schaften steuernde Stoffe. Typische polymere Materialien, die als Bindemittel-Matrix in den einzelnen Tonerpartikeln dienen, gehen von Monomeren oder Oligomeren aus, welche durch Polymerisation eine polymere Matrix ausbilden, in der die Farbmittel eingebun- den werden. Üblicherweise haben die gebildeten Polymeren eine Glasübergangstempera- 30 tur von etwa 50 bis 70°C. Zur Herstellung der Polymer-Matrix werden Monomere bzw. Oligomere herangezogen, die insbesondere auf Basis von Styrol, Acrylaten, Methacrylaten und/oder Butadien beruhen. In Einzelfällen ist es auch von Vorteil, die Ausgangsmono- meren bzw. -oligomeren von Polyestern heranzuziehen.

Die polymeren Materialien dienen als Trägersubstanzen für die Pigmente sowie die weiteren Additive und geben den einzelnen Tonerpartikeln eine vergleichsweise definierte Form und Größe.

5 Zusätzlich können den Tonerpartikeln Wachse einverleibt sein, wobei hierunter ein Material verstanden wird, das bei 20°C knetbar, fest bis brüchig, hart, grob- bis feinkristallin, durchscheinend bis opak, jedoch nicht glasartig ist und das in der Regel bei etwa 50 bis 90°C, in Ausnahmefällen auch bis etwa 200°C, in den schmelzfähigen, niedrig-viskosen Zustand ohne Zersetzung übergeht und schon wenig oberhalb des Schmelzpunktes verhältnismäßig niedrigviskos und nicht fadenziehend ist. Anstelle von Wachsen können auch solche Substanzen herangezogen werden, die entsprechende physikalische Eigenschaften besitzen bzw. "wachsähnlich" sind. Das Einbringen von Wachsen, die Siliconöle ersetzen können, soll beispielsweise das Freigeben der Tonerpartikel von der Druckwalze bei den üblichen Kopierverfahren ermöglichen. Wachse haben beim Schmelzen eine deutlich niedrigere Temperatur als die die Matrix der Tonerpartikel bildenden Polymeren. Sie zeigen auch eine unterschiedliche Temperatur-Viskositäts-Relation.

15

20 Die Ladungssteuerungsstoffe dienen der Einstellung des erforderlichen Ladungsniveaus in den einzelnen Tonerpartikeln. Hierdurch wird es möglich, die einzelnen Tonerpartikel beim Druck- oder Kopievorgang von den entsprechenden Druckeinrichtungen, wie der Druckwalze, gezielt anzuziehen. Derartige Ladungssteuerungsstoffe besitzen eine vorgegebene Ladungskapazität, so dass entsprechend der beigegebenen Menge die Tonerpartikel definiert aufgeladen oder durch einen Ladungsträger, beispielsweise eine entsprechend dem zu druckenden Bild an der Oberfläche unterschiedlich geladenen Druckwalze, angezogen werden. Als Ladungssteuerungsstoffe werden beispielsweise Eisenoxide eingesetzt.

25

30 Die oberflächenwirksamen Additive sollen der Oberfläche der Tonerpartikel die wünschenswerten physikalischen Eigenschaft verleihen, insbesondere den Tonerfluß und die Adhäsion bei der Anwendung in Kopier- und Druckgeräten begünstigen. Hierbei handelt es sich insbesondere um Kieselsäuren, um Titanoxidverbindungen sowie um organometallische Salze. Pyrogene Kieselsäuren, die von besonderem Vorteil sind, haben im allgemeinen eine durchschnittliche Teilchengröße von etwa 7 bis 40 nm (300 bis 50 m<sup>2</sup>/g Oberfläche nach BET), guten Anfangsfluß und niedrige Adhäsionseigenschaften.

Als Farbmittel werden vorzugsweise Pigmente eingesetzt. Als Pigmente werden in diesem Zusammenhang in wässrigen Medien unlösliche Farbmittel verstanden. Anstelle von oder in Ergänzung zu Pigmenten können lösliche Farbstoffe eingesetzt werden. Die in den Tonerpartikeln enthaltenen Pigmente haben vorzugsweise einen Durchmesser von etwa 0,01 bis 0,5 µm.

Des weiteren enthalten die Tonerpartikel im Falle des Einzeltoners magnetische Materialien, wie beispielsweise Magnetit. Es gibt Anwendungsfälle, bei denen das magnetische Material nicht unmittelbar in den Tonerpartikeln enthalten ist, sondern die Tonerpartikel bei der Anwendung mit pulvrigem magnetischen Material gemischt eingesetzt werden (Zwei-Komponenten-Toner) sowie auch Toner, die ohne Eisenoxid auskommen (Ein-Komponenten-Toner).

Die Toner werden nach verschiedenen und zum Teil relativ aufwendigen Verfahren hergestellt:

Nach einem bekannten Verfahren wird das Farbmittel, insbesondere ein Pigment, wie beispielsweise Ruß, zusammen mit Ladungssteuerungsstoffen, Wachs bzw. einem wachsähnlichen Material und einem magnetischen Material, beispielsweise Magnetit, mit polymeren Materialien bei erhöhter Temperatur in einem Extruder zu einem Strang extrudiert. Dieses Material wird dann gekühlt. Danach wird es in einem Mahlprozess aufwendig zerkleinert. Es schließt sich ein aerodynamisches Klassieren im Hinblick auf die wünschenswerte Partikelgröße an. Danach werden die Tonerpartikel im allgemeinen einer weitergehenden Oberflächenbehandlung unterzogen, um die gewünschten Eigenschaften einzustellen.

Ferner gibt es die Möglichkeit, die Tonerpartikel durch chemische Polymerisation herzustellen. Dies erfolgt beispielsweise auf der Grundlage einer Suspensionspolymerisation. Hierbei werden die jeweiligen Monomeren zusammen mit Initiatoren, Katalysatoren und anderen die Polymerisation begünstigenden Mitteln zusammen mit Farbmitteln, insbesondere Pigmenten, und den bereits erwähnten weiteren Additiven in einer wässrigen Suspension polymerisiert. Die Polymerisation wird vorzugsweise in Gegenwart von Stabilisatoren, die sich auf der Oberfläche der Polymerisatkugeln ablagern, unter Hitze fortgeführt (Hitzepolymerisation). Der Rest an Monomeren, der bei späteren Anwendungen höchst

unewünscht ist, muß in aufwendiger Weise entfernt werden. Dies kann durch Anlegen eines starken Vakuums erfolgen.

5 Ferner besteht die Möglichkeit, die Toner nach einer sogenannten "Latex-Aggregation" herzustellen. Hierbei wird ein Polymer-Latex mit verschiedenen Additiven einer Aggregation unterzogen. Die aggregierten Teilchen werden gesteuert erhitzt, um Aggregate der wünschenswerten Teilchengröße zu erzielen. Diese werden einer Hitzekoaleszenz unterzogen.

10 Nachteilig an den bekannten Verfahren ist es, dass eine genaue Einstellung der Tonerpartikelgröße nicht möglich ist. Vielmehr entstehen Tonerpartikel mit einer weit gestreuten Teilchengrößenverteilung, so dass die erzeugten Tonerpartikel nach ihrer Herstellung einem aufwendigen Klassieren unterzogen werden müssen. Aufgrund der ungenauen Einstellmöglichkeiten bei der Tonerpartikelgröße ist der Anteil der durch Klassieren abgeschiedenen bzw. aussortierten Tonerpartikel, die aufgrund ihrer zu geringen oder zu großen Partikeldurchmesser für die weitere Verwendung nicht geeignet sind, vergleichsweise groß, so dass die Menge an Ausschußtoner hoch ist. Der Ausschuß wird entweder in den Herstellungsprozeß rückgeführt oder als Sondermüll aufwendig entsorgt.

20 Ein weiterer Nachteil bei dem bekannten Verfahren, bei dem aus einer extrudierten Grundmasse durch Zerkleinern und Mahlen Tonerpartikel erzeugt werden, besteht darin, dass die Tonerpartikel zum einen eine rauhe Oberfläche aufweisen und deshalb dazu neigen, miteinander zu verbacken. Zum anderen entstehen insbesondere beim Zerkleinern und Mahlen der Grundmasse feinste Stäube, welche zur Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen der Beschäftigten sowie zur Verhinderung von Staubexplosionen aufwendig ausgesiebt werden müssen, so dass die üblicherweise im großindustriellen Maßstab durchgeführte Herstellung der Toner sehr aufwendig und kostenintensiv ist.

30 Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren bzw. eine Anlage zur Herstellung von Tonerpulver sowie ein derartiges Tonerpulver anzugeben, durch das bzw. bei der eine sehr präzise Einstellung der gewünschten Tonerpartikelgröße mit vergleichsweise geringem technischen und wirtschaftlichen Aufwand möglich ist.

Die obige Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel des Tonerpulvers in mindestens einem Polymer eingebundene Pigmente enthalten und das dadurch gekennzeichnet ist, dass als Ausgangsstoff für das Polymer eine flüssige Phase auf Basis eines Monomers und/oder Oligomers bereitgestellt wird, die Pigmente in dieser flüssigen Phase dispergiert werden, aus der Dispersion feinste Tröpfchen mit vorgegebener Tröpfchengröße erzeugt werden und durch Bestrahlung der Tröpfchen mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen in den einzelnen Tröpfchen eine definierte Polymerisationsreaktion der Monomeren und/oder Oligomeren zur Bildung des Polymers bewirkt wird, wobei die polymerisierten Tröpfchen die Tonerpartikel des Tonerpulvers bilden.

Ferner wird die obige Aufgabe gelöst durch Tonerpulver mit Tonerpartikeln, erhältlich nach dem oben beschriebenen Verfahren.

15 Schließlich ist Lösungsbestandteil der obigen Aufgabe auch eine Anlage zur Herstellung von Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel des Tonerpulvers in mindestens einem Polymer eingebundene Pigmente enthalten, wobei diese Anlage gekennzeichnet ist durch einen Vorratsbehälter für eine Dispersion aus Pigmenten in einer flüssigen Phase auf Basis von Monomeren und/oder Oligomeren, die als Ausgangsstoffe für das Polymer der Tonerpartikel dienen, einem mit dem Vorratsbehälter verbundenen Tröpfchenerzeuger mit einer Vielzahl von Düsen zum Erzeugen feinster Dispersionströpfchen definierter Tröpfchengröße und einer Bestrahlungseinrichtung zum Bestrahlen der vom Tröpfchenerzeuger erzeugten Dispersionströpfchen mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen.

20 25 Wenn im Rahmen der Erfindung von Polymerisation gesprochen wird, dann ist dieser Begriff im Hinblick auf den der vorliegenden Erfindung zugrunde liegenden technologischen Sachverhalt weitgehend zu verstehen. Abstrakt handelt sich bei der Polymerisation um den Oberbegriff für die irgendwie geartete Überführung von niedermolekularen Verbindungen, nämlich Monomeren und/oder Oligomeren, in hochmolekulare Verbindungen, d.h. Polymere, Makromoleküle bzw. Polymerivate. So lässt sich unter Polymerisation auch eine "Polyreaktion" mit den Unterbegriffen der Polyaddition und Polykondensation verstehen. Dabei wird der Begriff Polymerivate für Polyaddukte (Polyadditionsprodukte) oder Polykondensate gebraucht. Die Additionsreaktionen verlaufen ohne Abspaltung von nie-

dermolekularen Verbindungen, häufig unter Verschiebung von Wasserstoff-Atomen. Zu den Polyadditionsprodukten zählen insbesondere solche Erzeugnisse, die auf Monomere und/oder Oligomere mit ungesättigten Verbindungen, insbesondere Doppelbindung zurückgehen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Monomere und/oder Oligomere auf

5 Acrylat-, Methacrylat-, Styrol- und/oder Butadien-Basis. Es gibt aber auch Additionsreaktionen, bei denen derartige Doppelbindungen nicht vorliegen, sondern sich cyclische Ausgangs-Monomere im Rahmen einer Ringöffnung zu einem Oligomer und später zu einem Polymer ausweiten. Als Beispiel sind hier Polyurethane anzugeben.

10 Die im Rahmen der Erfindung weniger als "Polymere" bevorzugten Polykondensationsprodukte gehen auf eine Polyreaktion zurück, bei der Kondensationen zwischen bi- oder höherfunktionellen Monomeren stattfinden. Wichtige Polymere, die hierzu zählen, stellen dar Polyamide, Polyimide, Polyester, Polycarbonate, Aminoplaste, Phenoplaste. Allerdings müssen hierbei die durch die Polykondensation gebildeten und ausgeschiedenen niedermolekularen Verbindungen leicht entfernt werden. In den meisten Fällen handelt es sich um Wasser. Daher muss hier die Temperatur, bei der die heißen Tröpfchen erzeugt werden, verhältnismäßig hoch sein und auch auf einer vergleichsweise hohen Temperatur verbleiben, um das Wasser zu entfernen.

20 Im Rahmen der Erfindung lassen sich, wie gezeigt, nicht nur Monomere zum Aufbau von Polymerisaten heranziehen, sondern auch Oligomere. Unter Oligomeren versteht man Verbindungen, in deren Molekül nur wenige Atome oder Atom-Gruppen (konstitutionelle Einheiten) gleicher oder verschiedener Art wiederholt miteinander verknüpft sind und deren physikalische Eigenschaften sich bei Änderung der Molekülgröße durch Hinzufügen oder Wegnahme einer oder mehrerer der konstitutionellen Einheiten deutlich ändern. Oligomere werden gezielt entweder durch Polyreaktionen (Oligopolymerisation) aus einem Monomer bzw. Mischungen unterschiedlicher Monomeren oder durch Abbau von Polymeren gewonnen.

25 30 Werden bereits Oligomere für die Erzeugung der Tröpfchen im Rahmen der Erfindung eingesetzt, dann ist darauf zu achten, dass (bei erhöhter Temperatur) der Polymerisationsgrad nicht zu hoch ist. Ein zu hoher Polymerisationsgrad führt dazu, dass sich eine zu hohe Viskosität innerhalb der erzeugten Tröpfchen einstellt, die einen nachteiligen Einfluss

auf Tröpfchengröße und damit auch auf die Größe der Tonerteilchen und zudem auf deren Gestalt hat. Eine hohe Viskosität führt gelegentlich dazu, dass die Tonerteilchen nicht die wünschenswerte Kugelform aufweisen.

5 Ein wesentlicher Gedanke, auf dem die Erfindung beruht, ist die Ausbildung einer Polymer-Matrix, wobei die Ausgangsmonomeren bzw. -oligomeren vor der Polymerisation in der flüssigen Phase bzw. auch als flüssige Phase vorliegen, so dass die Pigmente sowie gegebenenfalls weitere Zusatzstoffe, wie Ladungssteuerungsstoffe, mit den Monomeren bzw. Oligomeren einerseits gleichmäßig vermischt werden können, während die Viskosität der flüssigen Phase andererseits so eingestellt werden kann, dass aus der entstehenden Dispersion durch geeignete Verfahren, wie dem Inkjet-Verfahren, Tröpfchen mit definierter Tröpfchengröße hergestellt werden können.

Ein weiterer wesentlicher Gedanke der Erfindung beruht darauf, eine gezielte und definierte Polymerisationsreaktion der Monomeren und/oder Oligomeren in der Dispersion durch Bestrahlung mit elektromagnetischen Wellen, wie UV-Strahlen, oder Elektronen zu bewirken. Hierdurch ist es möglich, dass die Monomeren und/oder Oligomeren einerseits beim Vermischen mit den Pigmenten und den Zusatzstoffen noch nicht oder allenfalls geringfügig mit einer Vernetzung untereinander beginnen, während andererseits unmittelbar 15 nach der Tröpfchenbildung zwischen den Monomeren bzw. Oligomeren im jeweiligen Tröpfchen, ausgelöst durch das Bestrahlung, definierte Polymerisationsreaktionen ausgelöst werden.

Um besonders vorteilhafte Ergebnisse zu erzielen, ist es sinnvoll, in Abhängigkeit von der 25 Art der jeweils ausgewählten Monomeren und Oligomeren, die Dosis der elektromagnetischen Wellen entsprechend einzustellen, so hat es sich gezeigt, dass die Dosis bei den UV-Strahlen vorzugsweise in dem Bereich von 0,5 bis 3,5 J/cm<sup>2</sup>, insbesondere von 1,0 bis 2,0 J/cm<sup>2</sup>, liegt. Bei einer Elektronenstrahlbehandlung liegt die Strahlendosis vorzugsweise in dem Bereich von 5 bis 500 kJ/m<sup>2</sup>, insbesondere von 10 bis 300 kJ/m<sup>2</sup>.

30 Im allgemeinen ist es von Vorteil, das Bestrahlung zunächst mit UV-Strahlen vorzunehmen und erst zum Abschluss der Reaktion durch Elektronenstrahlung zur weitergehenden und abschließenden Härtung eine Elektronenstrahl-Behandlung vorzunehmen, um die Poly-

meren-Matrix in den weitgehend duroplastischen oder hochtemperatur-thermoplastischen Zustand zu überführen. In den meisten Fällen ist es hinlänglich, wenn die Polymerisation durch die angesprochene Bestrahlung mit elektromagnetischen Wellen initiiert und fortgeführt wird. Dennoch hat es sich in Einzelfällen gezeigt, dass die Einverleibung von Initiatoren den Polymerisationsablauf begünstigt.

Initiatoren stehen im Zusammenhang mit der Polymerisation im Sinne der Erfindung, um chemische Reaktionen zu starten (initiiieren) und während des Initiierungsschrittes verbraucht zu werden, zum Teil unter Einbau der Initiatoren (Fragmente) in die entstehenden Verbindungen. Sie finden breite Anwendung bei Polymerisationsreaktionen. Hierbei wird aus dem Initiator durch chemische, thermische oder photochemische Reaktion eine aktive Spezies erzeugt, die mit einem Monomer-Molekül zu einem Produkt reagiert, an das eine große Zahl weiterer Monomer-Moleküle angelagert wird. Zu den Initiatoren zählen z.B. Azo-Verbindungen, Peroxide, Hydroperoxide und Perester, ferner sogenannte Redox-Initiatoren, Systeme aus oxidierenden und reduzierenden Komponenten, z.B. Wasserstoffperoxid/Eisen (II-Ionen), bei deren Reaktion Radikale erzeugt werden. Da viele Monomere auch ohne Initiator-Zusatz spontan polymerisieren können, beispielsweise auch durch Behandlung mit elektromagnetischen Wellen, die Initiatoren in diesen Fällen also quasi nur beschleunigend wirken, werden sie häufig auch als Beschleuniger bezeichnet.

Um die Eigenschaften des Tonerpulvers an den jeweiligen Anwendungszweck anpassen zu können, ist es von Vorteil, die einzelnen Tonerpartikel mit geeigneten Zusatzstoffen, wie Ladungssteuerungsmitteln, Vernetzungshilfsmitteln, Kettenübertragungsmitteln auf Basis von Monomeren und/oder Oligomeren aus zu starten, so dass diese in die polymerisierten Tonerpartikel eingebunden sind. Es ist auch möglich, einzelne dieser Zusatzstoffe erst nach dem Aushärten der Tonerpartikel, beispielsweise durch Vermischen oder Besprühen, auf die Oberflächen der Tonerpartikel aufzutragen.

Des weiteren können der Dispersion aus Monomeren und/oder Oligomeren sowie Pigmenten zusätzliche Farbstoffe beigemengt werden, um die Brillanz der Tonerpartikel zu erhöhen, die gleichfalls in die Polymer-Matrix der Tonerpartikel eingebunden sind.

Bezüglich der eingesetzten Pigmente unterliegt die vorliegende Erfindung keiner relevanten Beschränkung. Es kann sich dabei um organische Pigmente und/oder anorganische Pigmente handeln. Als anorganische Pigmente kommen beispielsweise Titandioxide, Zinksulfid, Eisenoxide, Chromoxide, Nickel- oder Chromantimontitanoxide, Kobaltoxide und 5 Bismutvanadate in Betracht. Als organische Pigmente können beispielsweise Phthalocyanin-Pigmente oder Ruß herangezogen werden.

Die verwendeten Pigmente sollen möglichst feinteilig sein, wobei bevorzugt 95% und insbesondere 99% der Pigmentpartikel eine Teilchengröße von gleich oder kleiner 500 nm besitzen sollten. Die mittlere Teilchengröße liegt vorzugsweise bei einem Wert von weniger als 200 nm. In Abhängigkeit von dem jeweils verwendeten Pigment kann sich die Morphologie der Pigmentteilchen sehr stark unterscheiden. Um ein günstiges Viskositätsverhalten der angesprochenen Tröpfchendispersion zu erhalten, sollten die Teilchen bevorzugt kugelförmige Gestalt besitzen.

15 Bei der Zusammenstellung der Ausgangsmaterialien für die Dispersion feinster Tröpfchen, die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt und in die Tonerpartikel überführt werden, ist es vorteilhaft, die Viskosität in einen optimalen Rahmen zu stellen. Die Viskosität liegt in Abhängigkeit von der Temperatur, mit der die feinsten Tröpfchen in 20 den Bereich, in dem die elektromagnetischen Wellen auf sie einwirken, im allgemeinen zwischen etwa 1 und 50 mPa s, insbesondere zwischen 5 und 30 mPa s. Dieser Viskositätsbereich begünstigt vielfältige Abläufe. Ist die Viskosität zu hoch, dann bedeutet das einen höheren technischen Aufwand. Andererseits bedeutet die Einhaltung dieses Viskositätsrahmens, dass sich das Verfahrenserzeugnis in vorteilhafter Form ausbildet, so beispielweise die fertigen Tonerpartikel die wünschenswerte Größe, Form und Einheitlichkeit 25 haben.

Auf die erfindungsgemäße Weise wird es erreicht, dass aus der Dispersion vor der Polymerisation Tröpfchen mit hoher Wiederholgenauigkeit und definierter Teilchengröße 30 erzeugt werden können, während eine Polymerisationsreaktion der Monomere und Oligomere in den erzeugten Tröpfchen unmittelbar nach dem Austritt aus einem entsprechenden Tröpfchenerzeuger durch das Bestrahlen ausgelöst wird und die Tröpfchen in ihrer Tröpfchenform „eingefroren“ werden, so dass jedes ausgehärtete Tröpfchen ein Toner-

partikel des Tonerpulvers bildet. Dabei ist durch exaktes Einstellen der Wellenlänge und Intensität der elektromagnetischen Wellen bzw. der Elektronenstrahldichte der Elektronen eine sehr genaue Einstellung des Vernetzungsgrades der Monomeren und/oder Oligomeren während der Polymerisationsreaktion möglich, wodurch das Druckergebnis bei der späteren Verwendung des Tonerpulvers gezielt vorgegeben werden kann.

Die gemäß der Erfindung hergestellten Tonerpartikel zeichnen sich insbesondere durch eine gleichbleibende und konstante Partikelgröße aus. Ferner zeigen die ausgehärteten Tonerpartikel eine zumindest annähernd gleichmäßige Kugelform, da die Tröpfchen vor der Polymerisationsreaktion aufgrund der Oberflächenspannung der Dispersion zumindest annähernd Kugelform aufweisen und die Tröpfchen durch die von außen bewirkte Polymerisationsreaktion in dieser Kugelform eingefroren werden, wobei sich eine besonders glatte Oberfläche am fertigen Tonerpartikel ausbildet.

15 Die Polymerisation im Rahmen der Erfindung wird unter Einbeziehung sämtlicher relevanter Parameter, beispielsweise der Bestrahlungsdauer und Bestrahlungsstärke, so gesteuert, dass vorzugsweise das zahlgemittelte Molekulargewicht des erhaltenen Polymerisationsproduktes 3000 bis 500 000 beträgt, während das gewichtsgemittelte Molekulargewicht vorzugsweise zwischen etwa 5000 und 2 000 000 liegt.

20 Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, den Unteransprüchen und der Zeichnung.

Wie zuvor bereits angesprochen wurde, basiert die Erfindung insbesondere auf dem Gedanken, möglichst gleichmäßige feinste Tröpfchen mit definierter Tröpfchengröße in kurzer Zeit zu erzeugen. Eine Möglichkeit hierzu besteht in der Verwendung eines Tröpfchen-erzeugers, der zum Erzeugen der Dispersionströpfchen eine Vielzahl von Düsen aufweist, denen nach dem Prinzip eines Inkjets-Druckkopfes jeweils ein piezoelektrischer oder thermoelektrischer Wandler zugeordnet ist. So wird beim Piezo-Inkjet-Verfahren mit Hilfe des piezoelektrischen Wandlers der Düsenkanal der jeweiligen Düse kurzzeitig so stark kontrahiert, dass ein Dispersionströpfchen aus der Düse ausgestoßen wird. Beim Bubble-Inkjet-Verfahren wird mit Hilfe des thermoelektrischen Wandlers die in einem der jeweili-30gen Düse zugeordneten Düsenkanal enthaltene Dispersion soweit erwärmt, dass schlag-

artig eine Gasblase in der Dispersion entsteht, welche zu einem Ausstoßen eines Dispersionströpfchens aus der Düse führt.

Derartige thermoelektrische oder piezoelektrische Wandler, die beispielsweise bei Inkjet-Druckern Verwendung finden, zeichnen sich durch eine äußerst präzise Einstellung der Tröpfchengröße mit sehr hoher Wiederholgenauigkeitsrate aus, so dass über einen langen Zeitraum feinste Tröpfchen definierter Tröpfchengröße aus dem Tröpfchenerzeuger ausgestoßen werden können. Zum Einstellen der Dispersionsmenge pro zu erzeugendem Tröpfchen werden diese Wandler elektrisch angesteuert, um die Tröpfchen auszustoßen, während die Dispersion den Düsen aus einem Dispersionsreservoir zugeführt wird.

Es hat sich gezeigt, dass sich als Tröpfchenerzeuger besonders gut ein Piezo-Inkjet-Druckkopf eignet, welcher beispielsweise zur Herstellung großflächiger Ausdrucke zum Einsatz kommt. Der Piezo-Inkjet-Druckkopf ist hierzu in einer Halterung fest eingebaut, mit einem Dispersionsreservoir verbunden und spritzt die Tröpfchen auf eine entsprechend vorgesehene Auffangeinrichtung, beispielsweise ein Förderband, auf. Die Tröpfchengröße der ausgestoßenen feinsten Tröpfchen wird vorzugsweise durch Modulation der Stromversorgung der Wandler gesteuert. Der Tröpfchenausstoß des Tröpfchenerzeugers pro Sekunde und Düse liegt in einem Bereich von 1 000 bis 50 000 Hz, damit eine ausreichende Menge an Tröpfchen erzeugt werden kann.

Durch vertikales Ausstoßen der flüssigen Tröpfchen aus den Düsen kann die Flugbahn der Tröpfchen gezielt verlängert werden, damit die Tröpfchen möglichst lange getrennt voneinander vorliegen und gleichmäßig von der in dem Raum, in den sie ausgestoßen werden, herrschenden Atmosphäre umgeben sind. Hierdurch wird bereits ein zumindest anfängliches Aushärten oder Erstarren der aus den Tröpfchen entstehenden Tonerpartikel erreicht, bevor sich diese nach dem Ausstoß sammeln. Um die Flugdauer der Tröpfchen weiter zu verlängern, wird ferner vorgeschlagen, die Tröpfchen in ein elektrisches Feld auszustoßen, in welchem sie, zumindest kurzfristig, in einem Schwebezustand gehalten werden, sofern die Tröpfchen zuvor elektrisch geladen wurden.

Zum Auslösen der Polymerisationsreaktion zwischen den Monomeren und/oder Oligomeren in den Tröpfchen, werden die Tröpfchen vorzugsweise mit UV-Strahlen oder mit Elek-

tronenstrahlen bestrahlt. Insbesondere das Bestrahlen der Tröpfchen mit UV-Strahlen hat den Vorteil, dass durch Einstellen einer bestimmten Wellenlänge oder eines bestimmten Wellenlängenbereiches sowie der Intensität der UV-Strahlen die Polymerisationsreaktionen zwischen den Monomeren und/oder Oligomeren gezielt eingestellt und beeinflusst werden kann, so dass ein definierter Vernetzungsgrad im Polymer des fertigen Tonerpartikels bei seiner Herstellung vorgegeben und das einzelne Tonerpartikel an seinen gewünschten Einsatzbereich gezielt angepaßt werden kann.

Um eine Agglomeration der erzeugten Tröpfchen zu verhindern, wird bei einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen, die ausgestoßenen feinsten Tröpfchen elektrostatisch aufzuladen, so dass sie sich gegenseitig durch ihre Ladungen abstoßen. Die elektrostatische Aufladung erfolgt vorzugsweise durch Anlegen eines elektrischen Feldes an der Austrittsöffnung des Tröpfchenerzeugers, durch das die Tröpfchen beim Ausstoßen hindurchfliegen. Ferner können die Tröpfchen auch unmittelbar bei ihrer Erzeugung elektrostatisch aufgeladen werden.

Bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäße Verfahrens wird vorgeschlagen, die Tröpfchen, die bereits teilweise verfestigten Tonerpartikel oder die festen Tonerpartikel auf ein sich vorzugsweise mit hoher Geschwindigkeit bewegendes Förderband zu lenken, auf welchem sie großflächig verteilt werden, um den Verfestigungsprozeß zu vollziehen oder abzuschließen. Die verfestigten Tonerpartikel werden anschließend von dem Förderband abgekehrt oder abgestrichen und anschließend der weiteren Verarbeitung zugeführt.

Um den Polymerisationsvorgang in den Tröpfchen und Tonerpartikeln zusätzlich zu beschleunigen und zu beeinflussen, wird bei dieser Verfahrensvariante ferner vorgeschlagen, das Förderband durch geeignete Einrichtungen zu beheizen oder zu bestrahlen, damit die Tröpfchen auf ein vorgewärmtes Förderband auftreffen.

Des weiteren wird vorgeschlagen, das Förderband im Falle elektrostatisch geladener Tonerpartikel bzw. elektrostatisch geladener Tröpfchen diesen gegenüber gegenpolig aufzuladen. Durch das Aufladen des Förderbandes wird erreicht, dass sich die ausgestoßenen Tröpfchen auf dem Förderband gleichmäßig niederschlagen. Durch Umkehrung der La-

dungspolung des Förderbandes oder durch Vorbeiführen des Förderbandes an einem stärker geladenen Sammler, beispielsweise einer geladenen Trommel, ist es ferner möglich, die am Förderband anhaftenden Tonerpartikel nach dem Verfestigen vom Förderband zu lösen und der weiteren Verarbeitung zuzuführen.

5

Alternativ wird vorgeschlagen, die Tröpfchen während ihres Fluges, beispielsweise im freien Fall, soweit aushärten zu lassen, dass sie bereits zumindest teilweise polymerisiert in einen Auffangbehälter gelangen oder auf ein Förderband auftreffen.

○ Ferner ist es denkbar, elektrostatisch aufgeladene Tröpfchen durch Anlegen eines elektrischen Feldes in einem Schwebzustand zu halten, in dem die Tröpfchen solange gehalten werden, bis sie zumindest teilweise polymerisiert sind.

15 Die Tröpfchengröße der aus dem Tröpfchenerzeuger ausgestoßenen feinsten Tröpfchen wird so eingestellt, dass die Teilchengröße der erhaltenen Tonerpartikel zwischen etwa 2 und 9  $\mu\text{m}$ , insbesondere zwischen etwa 4 und 7  $\mu\text{m}$ , liegt. Wie es sich gezeigt hat, ist es durch die zuvor beschrieben exakte Einstellung der Tröpfchengröße möglich, die Partikelgröße der fertigen Tonerpartikel so einzustellen, dass die Herstellung von Tonerpulver mit Tonerpartikeln möglich ist, bei dem nahezu alle Tonerpartikel zumindest annähernd die gleiche Partikelgröße aufweisen. Hierdurch kann nicht nur das bei den bekannten Verfahren bisher notwendige Klassieren der Tonerpartikel entfallen. Darüber hinaus geht die Ausschußmenge an Tonerpartikeln mit zu geringer oder zu großer Partikelgröße gegen Null, wodurch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren einen weitreichenden wirtschaftlichen Vorteil gegenüber den bisher bekannten Verfahren bietet. Ferner ist der 20 Energieeinsatz verglichen mit den bekannten Verfahren, insbesondere dem sehr energieintensiven, zuvor beschriebenen Extrudieren von Polymergranulaten und Mahlen der Polymergranulate zu Tonerpartikeln, bei dem erfindungsgemäßen Verfahren deutlich geringer, wodurch dessen hohe Wirtschaftlichkeit vor allem bei der großindustriellen Herstellung von Tonerpulver einen weiteren wesentlichen Vorteil bietet.

25

20 Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Anlage gemäß Anspruch 20 zur Herstellung von Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel des Tonerpulvers aus in mindestens einem Polymer eingebundenen Pigmenten gebildet sind.

Die erfindungsgemäße Anlage weist hierzu einen Vorratsbehälter für eine Dispersion aus Pigmenten in einer flüssigen Phase auf Basis von Monomeren und/oder Oligomeren, welche als Ausgangsstoffe für das Polymer der Tonerpartikel dienen, einen mit dem Vorratsbehälter verbundenen Tröpfchenerzeuger mit einer Vielzahl von Düsen zum Erzeugen feinster Dispersionströpfchen definierter Tröpfchengröße sowie eine Bestrahlungseinrichtung auf, welche zum Bestrahlen der vom Tröpfchenerzeuger erzeugten Dispersionströpfchen mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen, vorzugsweise zum Bestrahlen mit UV-Licht oder Elektronenstrahlen, dient.

Bei einer besonderen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist jeder Düse des Tröpfchenerzeugers ein piezoelektrischer oder ein thermoelektrischer Wandler zugeordnet, mit dem in einem der jeweiligen Düse zugeordneten Düsenkanal ein Druckimpuls durch Kontraktion oder Erwärmen erzeugt wird, durch welchen ein Tröpfchen definierter 15 Größe aus der Düse ausgestoßen wird. Zum Ansteuern der Wandler sind diese, um eine gleichmäßige Tröpfchenbildung zu gewährleisten, zumindest gruppenweise zusammengefaßt, mit einer elektrischen Steuerung verbunden. Mit Hilfe der Steuerung werden Spannungsimpulse zum Betätigen der Wandler erzeugt, wobei durch Veränderung der Spannungsamplitude die Tröpfchengröße definiert eingestellt und durch Ändern der Impulsanzahl pro Zeiteinheit die Tröpfchenanzahl pro Zeiteinheit vorgegeben werden kann.

Als besonders vorteilhaft zur Tröpfchenerzeugung hat sich die Verwendung eines herkömmlichen Inkjet-Druckkopfes als Tröpfchenerzeuger gezeigt. Derartige Inkjet-Druckköpfe zeichnen sich durch eine sehr hohe Lebensdauer und eine sehr hohe Wiederholgenauigkeit aus. Ferner kann die Tröpfchengröße sehr genau eingestellt werden.

Des weiteren ist es von Vorteil, in die Anlage eine Mischeinrichtung zum Dispergieren der Pigmente in der flüssigen Phase auf Basis von Monomeren und/Oder Oligomeren zu integrieren. Diese Mischeinrichtung kann entweder als separate Einheit vorgesehen sein, in 30 der getrennt von der Tröpfchenerzeugung die Dispersion gemischt wird. Oder die Mischeinrichtung ist mit dem Vorratsbehälter des Tröpfchenerzeugers verbunden. Hierbei ist es auch denkbar, dass mehrere Vorratsbehälter von mehreren Tröpfchenerzeugern gleichzeitig von einer gemeinsamen Mischeinrichtung versorgt werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage werden die Tröpfchen auf ein sich vorzugsweise mit großer Geschwindigkeit an den Düsen vorbeibewegendes Förderband aufgespritzt. Die Verwendung eines Förderbandes hat den

5 Vorteil, dass das Polymerisieren der Monomeren und/oder Oligomeren in den Tröpfchen zeitlich entkoppelt vom Ausstoßen aus den Düsen erfolgen kann, in dem die am Förderband anhaftenden Tröpfchen vom Standort des Tröpfchenerzeugers wegtransportiert werden. Bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist es ferner von Vorteil, die Bestrahlungseinrichtung entlang der Förderstrecke des Förderbandes anzuordnen und die auf dem Förderband aufliegenden Dispersionströpfchen mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen zu bestrahlen. Auf diese Weise kann der Polymerisationsvorgang in den einzelnen Tröpfchen besonders genau eingestellt und vorgegeben werden, so dass die späteren Tonerpartikel bildenden Tröpfchen besonders gleichmäßig und einheitlich polymerisieren.

15

Alternativ wird vorgeschlagen, die Bestrahlungseinrichtung dem Tröpfchenerzeuger unmittelbar nachgeordnet anzuordnen, so dass die Dispersionströpfchen bereits beim Ausstreten aus dem Tröpfchenerzeuger bestrahlt und zur Polymerisation angeregt werden können.

20

Anstelle der Verwendung eines Förderbandes ist es auch möglich, die Tröpfchen in einen geschlossenen Bestrahlungsraum auszustoßen, in den die Bestrahlungseinrichtung einstrahlt. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn der Herstellungsvorgang nach außen abgekapselt werden soll.

25

Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft der Erfindung gemäß Anspruch 26 Tonerpulver mit Tonerpartikeln, welche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden sind.

30

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung im Detail beschrieben. In dieser zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Tonerpulver,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht durch einen Düsenkörper eines in der Anlage verwendeten Inkjet-Druckkopfes,

5 Fig. 3 eine schematische Schnittansicht des Düsenkörpers unmittelbar vor dem Ausstoßen des Dispersionströpfchens,

Fig. 4 eine schematische Schnittansicht des Düsenkörpers beim Ausstoßen eines Dispersionströpfchens und

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer abgewandelten Ausführungsform der in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Tonerpulver.

15 Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Anlage 10 zur Herstellung von Tonerpulver. Die Anlage 10 hat einen Vorratsbehälter 12, in welchem eine Dispersion 16 enthalten ist, die aus den Ausgangsstoffen für die einzelnen Tonerpartikel 14, nämlich Monomeren und/oder Oligomeren in flüssiger Phase, Pigmenten sowie gegebenenfalls weiteren Farbstoffen, oberflächenwirksamen Additiven, Ladungssteuerungsstoffen und ähnlichen Substanzen gebildet ist. Um eine möglichst gleichmäßige Durchmischung der entstehenden Dispersion 16 zu erreichen, wurden die Monomere und/oder Oligomere, die Pigmente sowie die Zusatzstoffe mit einer nicht dargestellten Mischeinrichtung miteinander vermengt.

20 Nahe dem Boden des Vorratsbehälters 12 ist ein Auslaß 18 vorgesehen, der über ein Leitungssystem 20 mit einem als Tröpfchenerzeuger dienenden Inkjet-Druckkopf 22 in Verbindung steht. Der Aufbau und die Funktionsweise des Inkjet-Druckkopfes 22 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 kurz erläutert.

25 Wie die Fig. 2 bis 4 zeigen, hat der Inkjet-Druckkopf 22 einen aus einem Piezomaterial gefertigten Düsenkörper 24, in dem eine Vielzahl parallel nebeneinander verlaufender Düsenkanäle 26 ausgebildet ist, welche mit dem Auslaß 18 des Vorratsbehälters 14 über einen nicht dargestellten Verteiler in Strömungsverbindung stehen. An der Stirnseite des Düsenkörpers 24 ist eine Düsenplatte 28 befestigt, in welcher Düsenöffnungen 30 für je-

den zweiten Düsenkanal 26 vorgesehen sind. Jedem Düsenkanal 26 sind jeweils vier Elektroden 32 zugeordnet. Die Elektroden 32 sind mit einer nicht dargestellten Steuerung verbunden.

5 Im Ruhezustand, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, verlaufen die Düsenkanäle 26 parallel zueinander. Wird nun an die Elektroden 32 eines Düsenkanals 26 eine Spannung angelegt, bewirkt die Spannung eine Verformung der den Düsenkanal 26 begrenzenden Wände 34, wie es die Fig. 3 zeigt, die zu einer Volumenvergrößerung des Düsenkanals 26 führt, so dass eine geringe Menge zusätzlicher Dispersion aus dem Auslaß 20 in den Düsenkanal 26 einströmen kann. Wird die an den Elektroden 32 anliegende Spannung abgeschaltet, nehmen die Wände 34 wieder ihre ursprüngliche Ausgangslage ein, wie Fig. 4 zeigt, wodurch das Volumen des Düsenkanals 26 wieder vermindert wird. Dabei wird aus der offenen Düsenöffnung 30 ein Dispersionströpfchen 36 ausgestoßen. Durch entsprechendes Einstellen der Spannung an den Elektroden 32, beispielsweise Verändern der Spannungsamplitude der Spannungsimpulse oder der Impulsanzahl pro Zeiteinheit, kann auf sehr einfache und sehr exakte Weise die Tröpfchengröße des Dispersionströpfchens 36 sowie die Anzahl zu erzeugender Dispersionströpfchen 36 eingestellt und vorgegeben werden.

15

20 Wie Fig. 1 weiter zeigt, treffen die aus dem Inkjet-Druckkopf 22 austretenden Dispersionströpfchen 36 auf ein mit hoher Geschwindigkeit am Druckkopf 22 sich vorbeibewegendes Förderband 38 auf. Die Geschwindigkeit des Förderbandes 38 ist dabei so der austretenden Menge an Dispersionströpfchen 36 angepaßt, dass die Tröpfchen in einer Fläche nebeneinander und hintereinander auf der Oberfläche des Förderbandes 38 aufliegen.

25

30 In Transportrichtung T des Förderbandes 38 gesehen, dem Druckkopf 22 nachgeordnet, ist eine Bestrahlungseinrichtung 40 vorgesehen, welche die auf dem Förderband 38 aufliegenden Dispersionströpfchen 36 mit UV-Licht eines vorgegebenen, definierten Wellenlängenbereiches und einer definierten Strahlungsintensität bestrahlt. Durch das Bestrahlen der Dispersionströpfchen 36 mit UV-Licht wird zwischen den Monomeren und/oder Oligomeren in den Dispersionströpfchen 36 eine Polymerisationsreaktion ausgelöst, wobei durch den eingestellten Wellenlängenbereich und die Strahlungsintensität des UV-Lichtes der Vernetzungsgrad des ausgehärteten Polymers definiert eingestellt werden kann. Nach

dem Polymerisieren bilden die ausgehärteten Dispersionströpfchen 36 die Tonerpartikel 12 des Tonerpulvers.

Am Ende des Förderbandes 38 ist eine Sammeleinrichtung 42 angeordnet, welche die 5 einzelnen Tonerpartikel 12 vom Förderband 38 aufnimmt und in einen Sammelbehälter 44 leitet.

In Fig. 5 ist eine abgewandelte Ausführungsform der in Fig. 1 dargestellten Anlage 10 gezeigt, die sich von dieser lediglich dadurch unterscheidet, dass die Bestrahlungseinrichtung 40 dem Inkjet-Druckkopf 22 nachgeordnet ist, so dass die aus dem Inkjet-Druckkopf 22 austretenden Dispersionströpfchen 36 unmittelbar nach ihrer Erzeugung mit UV-Licht bestrahlt werden und bereits im Flug zu polymerisieren beginnen. Die im Flug polymerisierenden Dispersionströpfchen 36 fallen anschließend auf das Förderband 38 und werden durch dieses vom Inkjet-Druckkopf 22 wegtransportiert.

15

Die dargestellte Anlage 10 sowie deren Abwandlung stellen nur eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Tonerpulver dar. So ist es beispielsweise denkbar, anstelle des beschriebenen Inkjet-Druckkopfes 22 einen sogenannten Bubblejet-Druckkopf einzusetzen. Des weiteren liegt es im Rahmen der Erfindung, die Bestrahlungseinrichtung 40 zum Bestrahlen des Förderbandes 38 mit Elektronenstrahlen auszulegen. In diesem Fall müßte der Bestrahlungsbereich nach außen hin abgekapselt sein. Ferner kann durch statisches Aufladen der Dispersionströpfchen während deren Erzeugung sowie durch Anlegen eines elektrischen Feldes im Bereich des Druckkopfes ein Schweben der Dispersionströpfchen nach dem Austreten aus dem Druckkopf erreicht werden, so dass diese im Schwebzustand bestrahlt werden können und mit der Aushärtung beginnen.

\* \* \*

Pelikan Hardcopy (International) AG  
u.Z.: Pat 919/102-04

München, den 29.01.2004  
Dr. H/MW/hg

5 Bezugszeichenliste:

10	10	Anlage
	12	Tonerpartikel
	14	Vorratsbehälter
10	16	Dispersion
	18	Auslaß
	20	Leitung
	22	Inkjet-Druckkopf
	24	Düsenkörper
15	26	Düsenkanäle
	28	Düsenplatte
	30	Düsenöffnungen
	32	Elektroden
	34	Wände
20	36	Dispersionströpfchen
	38	Förderband
	40	Bestrahlungseinrichtung
	42	Sammeleinrichtung
	44	Sammelbehälter
25	T	Transportrichtung

\* \* \*

Pelikan Hardcopy (International) AG  
u.Z.: Pat 919/102-04

München, den 29.01.2004  
Dr. H/MW/hg

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel (12) des Tonerpulvers in mindestens einem Polymer eingebundene Pigmente enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangsstoff für das Polymer eine flüssige Phase auf Basis eines Monomers und/oder Oligomers bereitgestellt wird, die Pigmente in dieser flüssigen Phase dispergiert werden, aus der Dispersion feinste Tröpfchen (36) mit vorgegebener Tröpfchengröße erzeugt werden und durch Bestrahlen der Tröpfchen (36) mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen in den einzelnen Tröpfchen (36) eine definierte Polymerisationsreaktion der Monomeren und/oder Oligomeren zur Bildung des Polymers bewirkt wird, wobei die polymerisierten Tröpfchen (36) die Tonerpartikel (12) des Tonerpulvers bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangsstoff für das Polymer Monomere oder Oligomere auf Acrylat-, Methacrylat- und/oder Styrol-Basis und/oder auf Basis von Polyester bildenden Monomeren und/oder Oligomeren verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssigen Phase Ladungssteuerungsstoffe beigemengt werden.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssigen Phase oberflächenwirksame Additive, Wachse und/oder Magnetit beigemengt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssigen Phase Farbstoffe beigemengt werden.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Tröpfchen (36) durch Düsen (30) ausgestoßen werden, welche nach dem Prinzip

eines Inkjets, vorzugsweise mit Hilfe von piezoelektrischen Wandlern (26, 32) oder thermoelektrischen Wandlern, Tröpfchen (36) einer definierten Tröpfchengröße erzeugen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erzeugen der  
5 Tröpfchen (36) ein Piezo-Inkjet-Druckkopf (22) verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Tröpfchen-  
gröÙe der Tröpfchen (36) durch Modulation der Stromversorgung der piezoelektrischen  
Wandler (26, 32) oder der thermoelektrischen Wandler gesteuert wird.

10 9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet,  
dass der TröpfchenausstoÙ pro Sekunde und Düse (30) auf einen Bereich von 1 000 bis  
50 000 Hz eingestellt wird.

15 10. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Tröpfchen (36) zum Bewirken der Polymerisationsreaktion in den  
Tröpfchen (36) mit UV-Strahlen oder mit Elektronenstrahlen bestrahlt werden.

20 11. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Tröpfchen (36) zur Verhinderung von Agglomerationen elektrosta-  
tisch aufgeladen werden.

25 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrostatische  
Aufladung während des Erzeugens der Tröpfchen (36) oder unmittelbar nach dem Erzeu-  
gen der Tröpfchen (36) durch Anlegen eines elektrischen Feldes hervorgerufen wird.

30 13. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Tröpfchen (36), die teilweise verfestigten Tonerpartikel oder die  
festen Tonerpartikel (12) auf ein sich mit hoher Geschwindigkeit bewegendes Förderband  
(38) gelenkt werden, auf welchem sich die Polymerisationsreaktion vollzieht, fortgeführt  
bzw. abgeschlossen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die an dem Förderband (28) haftenden Tröpfchen (36) mit den elektromagnetischen Wellen bestrahlt werden.

5 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (28) im Falle elektrostatisch geladener Tröpfchen (36) diesen gegenüber gegenpolig aufgeladen wird.

10 16. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dispersionströpfchen (36) während ihres Fluges ausgehärtet werden.

15 17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem Tröpfchenerzeuger austretenden Dispersionströpfchen (36) in einen Schwebzustand versetzt und in diesem Schwebzustand ausgehärtet werden.

20 18. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tröpfchengröße so eingestellt wird, dass die Teilchengröße der erhaltenen Tonerpartikel (12) zwischen etwa 2 und 9 µm, insbesondere zwischen etwa 4 und 7 µm, liegt.

25 19. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die flüssige Phase der vor der Behandlung mit Strahlen anfallenden Tröpfchen auf eine Viskosität von etwa 1 bis 50 mPa s, insbesondere von 1 bis 15 mPa s, eingestellt wird.

30 20. Anlage zur Herstellung von Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel des Tonerpulvers in mindestens einem Polymer eingebundene Pigmente enthalten, gekennzeichnet durch  
einen Vorratsbehälter (14) für eine Dispersion aus Pigmenten in einer flüssigen Phase auf Basis von Monomeren und/oder Oligomeren, die als Ausgangsstoffe für das Polymer der Tonerpartikel dienen,

einen mit dem Vorratsbehälter (14) verbundenen Tröpfchenerzeuger (22) mit einer Vielzahl von Düsen (30) zum Erzeugen feinster Dispersionströpfchen (36) definierter Tröpfchengröße und  
5 eine Bestrahlungseinrichtung (40) zum Bestrahlen der vom Tröpfchenerzeuger (22) erzeugten Dispersionströpfchen (36) mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen.

**21.** Anlage nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungseinrichtung (40) die Tröpfchen (36) mit UV-Strahlen oder Elektronenstrahlen bestrahlt.

10 **22.** Anlage nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Düse (30) des Tröpfchenerzeugers (22) ein piezoelektrischer oder thermoelektrischer Wandler (26, 32) zugeordnet ist und dass die Wandler (26, 32) der Düsen (30) zumindest gruppenweise zusammengefaßt mit einer elektrischen Steuerung zum Betreiben der Wandler (26, 32) verbunden sind.

15 **23.** Anlage nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Tröpfchenerzeuger ein herkömmlicher Inkjet-Druckkopf (22) ist.

20 **24.** Anlage nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 20 bis 23, gekennzeichnet durch eine vorzugsweise mit dem Vorratsbehälter (14) verbundene Mischeinrichtung zum Dispergieren der Pigmente in der flüssigen Phase auf Basis von Monomeren und/oder Oligomeren.

25 **25.** Anlage nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Tröpfchenerzeuger (22) die Tröpfchen (36) auf ein sich insbesondere mit großer Geschwindigkeit an den Düsen (30) vorbeibewegendes Förderband (38) aufspritzt.

30 **26.** Anlage nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungseinrichtung (40) entlang der Förderstrecke des Förderbandes (38) angeordnet ist und die auf dem Förderband (38) aufliegenden Dispersionströpfchen (36) mit elektromagnetischen Wellen bestrahlt.

**27.** Anlage nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungseinrichtung () dem Tröpfchenerzeuger (22) unmittelbar nachgeordnet ist, um die erzeugten Dispersionströpfchen (36) im Flug oder im Schwebzustand zu bestrahlen.

5

**28.** Anlage nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Tröpfchenerzeuger die Tröpfchen in einen abgeschlossenen Bestrahlungsraum ausstößt, in den die Bestrahlungseinrichtung einstrahlt.

10 **29.** Tonerpulver mit Tonerpartikeln, erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19.

\* \* \*

Pelikan Hardcopy (International) AG  
u.Z.: Pat 919/102-04

München, den 29.01.2004  
Dr. H/MW/hg

5

Zusammenfassung

10 Die Erfindung betrifft ein Tonerpulver, bei dem die einzelnen Tonerpartikel des Tonerpulvers in mindestens einem Polymer eingebundene Pigmente enthalten. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst als Ausgangsstoff für das Polymer eine flüssige Phase auf Basis eines Monomers und/oder Oligomers bereitgestellt. Anschließend werden die Pigmente in dieser flüssigen Phase dispergiert. Aus der Dispersion werden feinste  
15 Tröpfchen mit vorgegebener Tröpfchengröße erzeugt. Danach wird durch Bestrahlen der Tröpfchen mit elektromagnetischen Wellen oder Elektronen in den einzelnen Tröpfchen eine definierte Polymerisationsreaktion der Monomeren und/oder Oligomeren zur Bildung des Polymers bewirkt, wobei die polymerisierten Tröpfchen die Tonerpartikel des Tonerpulvers bilden. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Anlage zur Herstellung von Tonerpulver sowie das Tonerpulver selbst.

20

\* \* \*

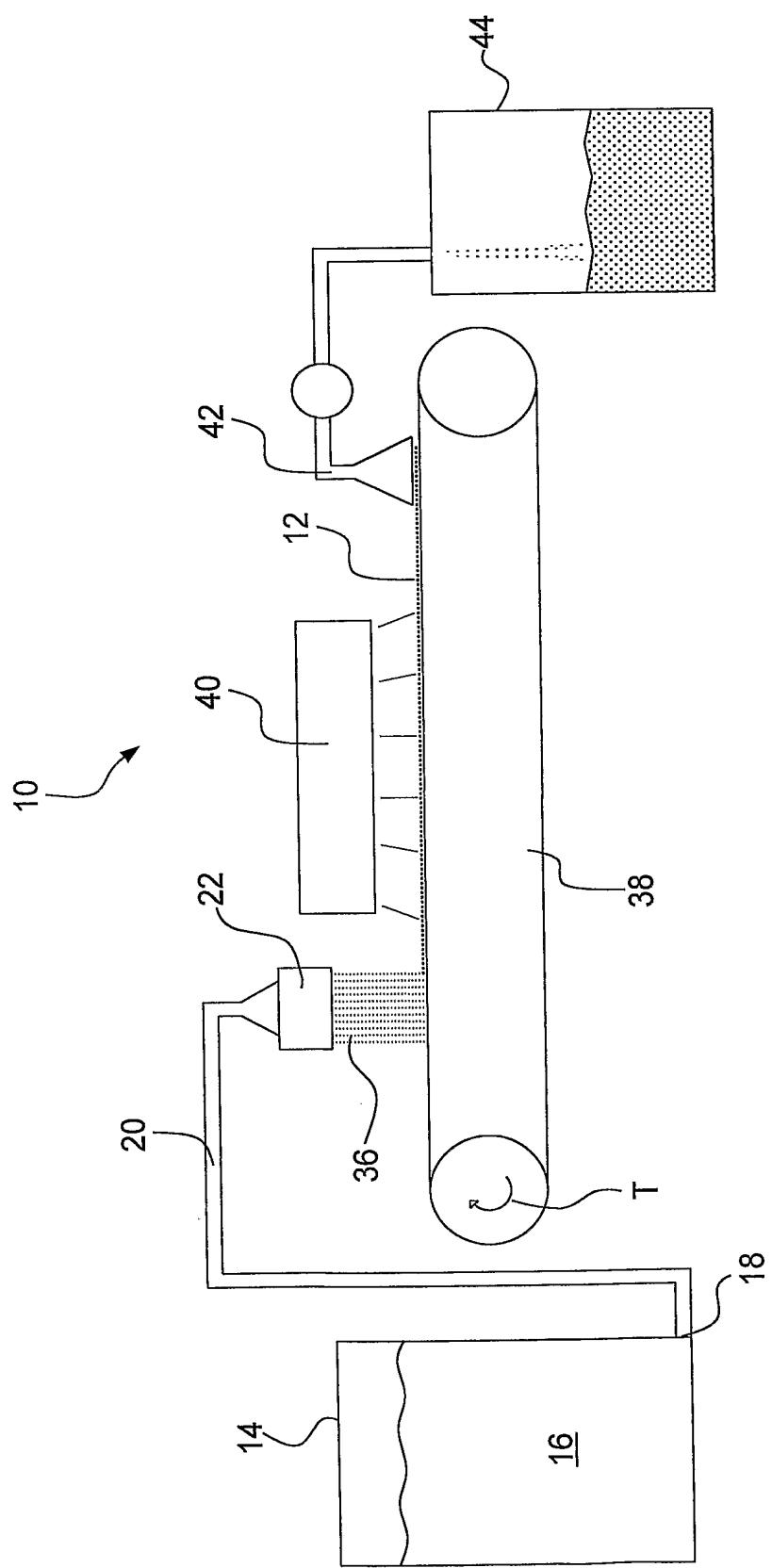


Fig. 1

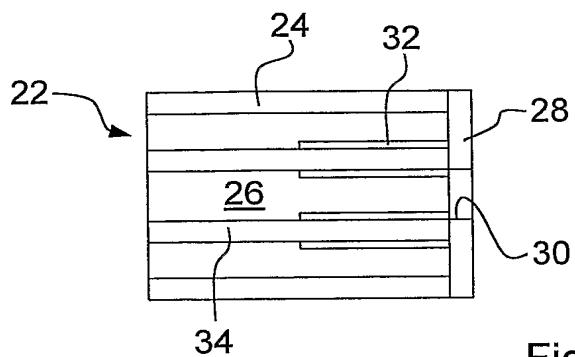


Fig. 2

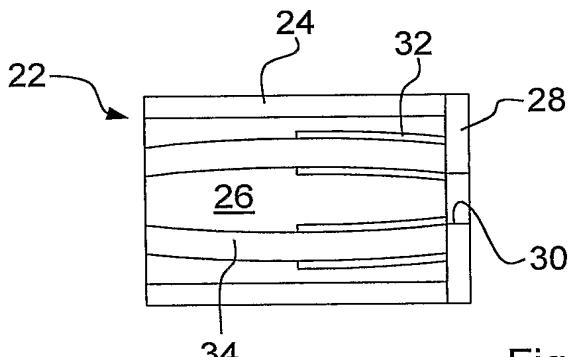


Fig. 3

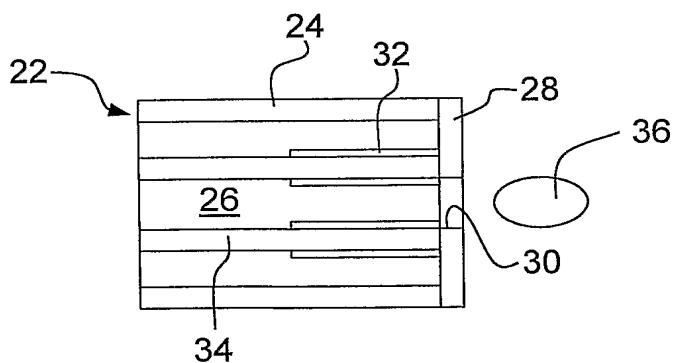


Fig. 4

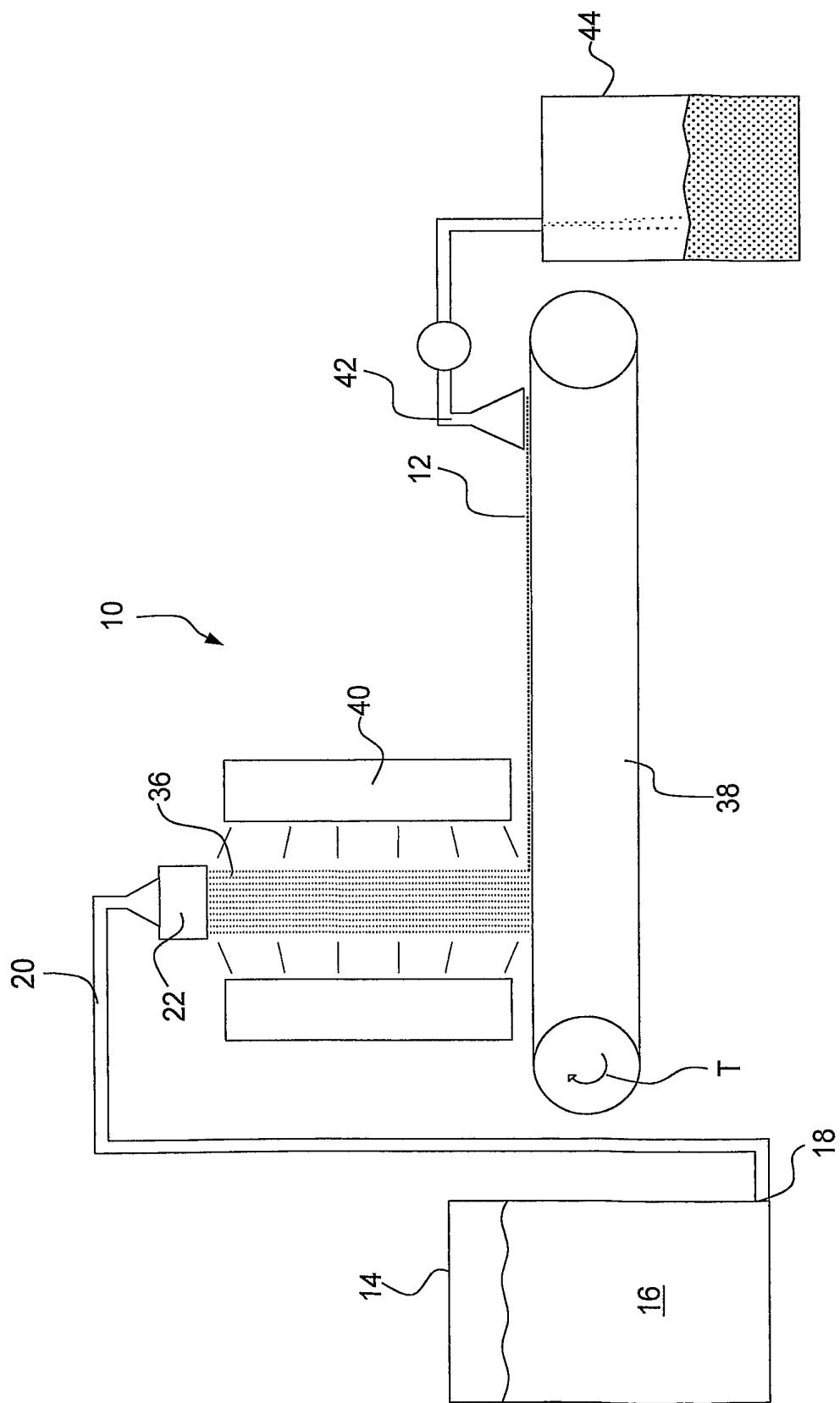


Fig. 5